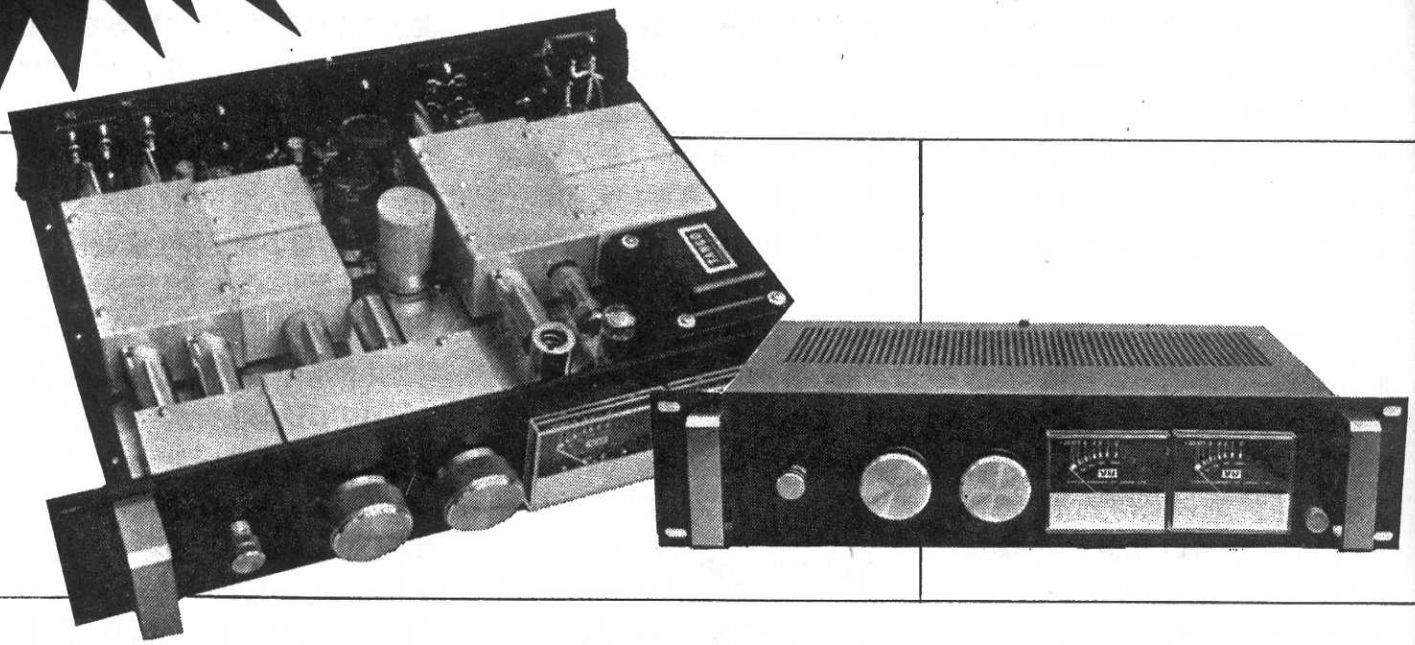
注目

武末シリーズ新連載 第3回



新型入・出力トランスを利用した

完全PP構成・MCカートリッジ用 管球プリアンプの試作

武末数馬（たけすえかずま）

今回のプリアンプは，入力インピーダンス変動の大きい入力トランス受けのパワー・アンプを，しかも2台いっしょにドライブしてもいささかの特性変動も生じないための配慮に他なりません．これは実験技術者として日常の経験から，接続する負荷の性質によって出力周波数特性や雑音やひずみ率がグラグラ変わる発振器やその他の機器の頼りなさにイヤというほど思いしらされた結果です．（武末）

今回は前号に引き続いて，一番最後になっていた出力段の組立・配線と，プリアンプとしての総合特性の調整について述べようと思います．この作業は言うならば，プリアンプの設計・製作の中で胸つき八丁に相当するところで，失敗か成功を決する別れ道に当るわけです．

とくに試作機では増幅部がすべてプッシュプル構成のため，調整作業には若干の補助機材を必要とし，さらに特性測定に当っては計測設備や計測技術の面でパワーアンプ以上の高度の技術水準を要求されます．

たとえば試作機の出力点では最大雑音電圧をかりに 0.45 mV（R_L=200Ω，C=1,000 pF）とすると，アンプの最大利得が約 74 dB（5,000倍）ぐらいですから，この雑音を入力点に換算すると何と 0.09 μV（−141 dBV）ということになります．このオーダーの雑音になると外界の微弱な電磁界の影響は言うにおよばず，真空管の電極や配線の部品の極くわずかの振動までどんどん拾いんこでしまいます．当然機体の振動対策や測定設備や測定ケーブルの雑音誘導などにも細心の注意が必要になるわけです．

今までプリアンプの試作記は数多く発表されてきましたが，この辺の問題に言及されたものはほとんどありません．そこでうっかりアマチュアがこの種の高感度のプリアンプに手を出すと，悪戦苦斗のすえ結局放り出してしまうか，測定設備の不備のため十分な性能の確認をしないままになってしまうのではないかと思います．試作機はメーカー製品のような汎用機ではないので，試験条件などの点でその分だけラクになりますが，反面テスト用のため逆にシビアになる点もあります．

今回はプリアンプの測定・調整設備や測定技術の面の話も含めて，これから真空管式プリアンプを自作されるアマチュアに心得えておいて欲しい事柄などを申し述べることにしましょう．

出力段の組立て調整

試作機の最大の特徴は，小さいながらも平衡型プッシュプル方式の出力段を持っていることでしょう．しかしこの考え方はよほど筆者の頭を支配していたものらしく，自宅に残っている唯一つの自作プリアンプ（現在はSP盤専用として使用中）にも6BM8（シングル）の出力段が付されていますし，試験用のCR発振器にさえ6AQ5（6V6類似管）のSRPP出力段を付しています．これらの機器はおおむね1Wぐらいの出力耐量を持ち，小型の高インピーダンス・スピーカなら直接音を出すことができて，今までもたいへん重宝してきたものです．

今回のプリアンプは，入力インピーダンス変動の大きい入力トランス受けのパワーアンプを，しかも2台一諸にドライブしてもいささかの特性変動も生じないための配慮に他なりません．これは実験技術者として日常の試験から，接続する負荷の性質によって出力周波数特性や雑音のひずみ率がグラグラ変る発振器や，その他の機器の頼りなさにイヤというほど思いしらされた結果です．では早速アンプの組立作業にかかることにします．

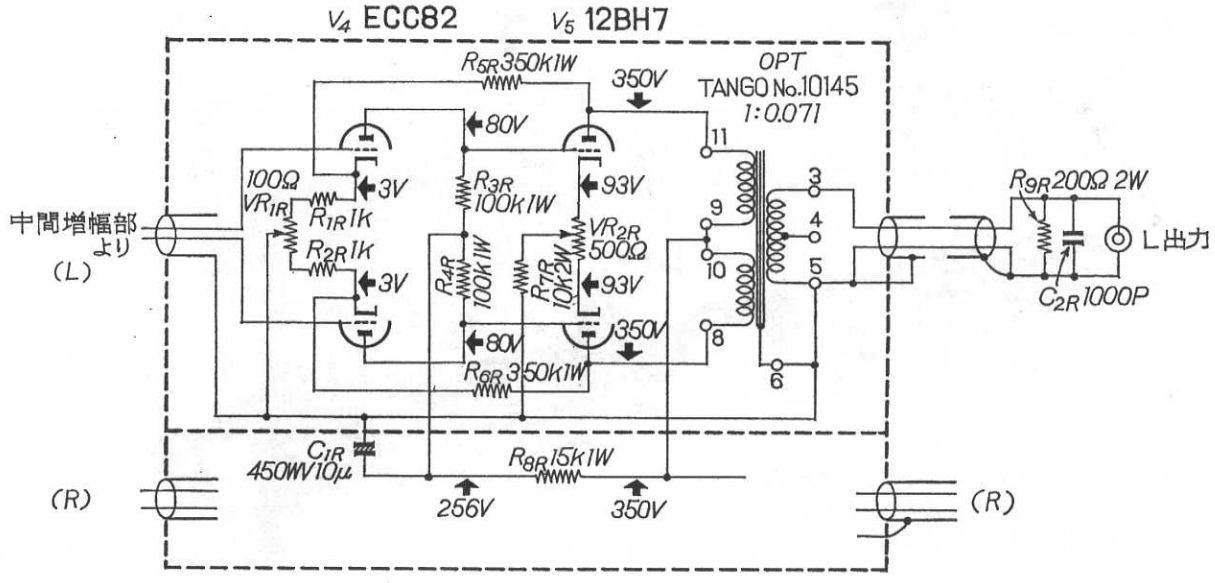
1. 出力段の組立・調整

出力段の回路接続は**第1図**に示すとおり，V_4＝ECC82，V_5＝12BH7による直結2段の平衡形プッシュプル増幅器で，これはむしろ小出力のパワーアンプと考えてよいわけです．負帰還は出力トランスの1次側からV_4のカソードに戻していますが，これも初段部と同じようにプッシュプル回路の利得やバランスの補正を目的にしているので，ごく少量に過ぎません（実測2.8dB）．ただこの負帰還回路には直流分切断用のコンデンサが省略されているので（一種の直流負帰還回路を構成している），R_{5R}，R_{6R}には1mA内外の直流電流が流れる点に注意を要します．

この段の接続・配線・調整の要領は，直結型パワーアンプと同様ですが，なにぶん小さなシールド・ケースの中央に中仕切りがされているので，内部はかなり狭い……したがって，小型のハンダ・ゴテを使用して要領よく配線をしないと，後で調整の際に抵抗などの取換え作業がやりにくくなります．それに気をつけなければならないことはこの種の小さなアルミニウム部材を組合わせたとき，各部材の電気的接触が不完全で往々にして雑音の原因になることです．そこで少しでも怪しい部材は，面倒でも接地端子をつけて互にボンドすることを忘れてはなりません．

もともとアルミニウムの表面には絶縁性の酸化皮膜があって，弱い圧力で接触させても十分な電気的接続が得られません．これが銅や鉄などでは簡単にハンダ付けが可能ですが，アルミニウムではなかなかそうはゆきません（シールド・ケースはできれば銅板で作るのが理想的）．けっきょく部材のどこかに3mmφぐらいの孔をあけ，丈夫なラグ端子をスプリング・ワッシャを使用してしっかりボルト締めし，これを互に電線で結ぶといった手のこんだ作業を要します．ついでにその付近の遊休金属部分：…たとえば真空管ソケットのセンターピンとか，切換スイッチの遊び端子とか，ボリュームや切換スイッチの軸といった金属部分を悉く接地します．

この点では今日の電子部品の中にはづいぶん無神経というか無責任な製品が少くありません．早い話がコンデンサなどのリード線に鉄線を使用して，それが悪いことを使用者が騒ぐまでメーカーは知らない……．そんな事当りまえで，その昔田舎の電力会社の送電線に鉄線を使っていたことがありますが，そんな送電線路の近くに行くとワーンと唸っていたことを覚えています．今日でも鉄，クローム系の電熱線



〈第1図〉出力段の回路接続（片チャネル例）

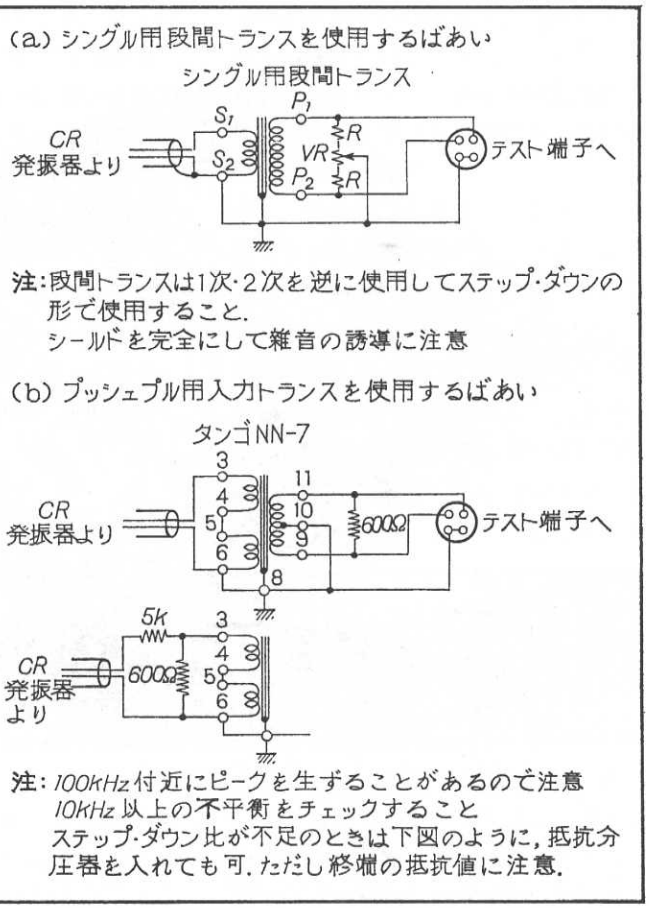
むろんこの際は発振器の出力電圧はこの分圧器の分圧比だけ高い入力電圧を必要としますが，通常の発振器（600Ω終端）では＋10 dB～－60 dBぐらいの出力電圧は得られるので，MCカートリッジ用プリアンプの基準入力電圧0.2 mV（－74 dB）に幾らかの測定マージンを含めた電圧を得るには何の支障もありません．試作機のばあいは**第6図**・（b）のR_1，R_2は30Ω：30 kΩとしていますが，R_1=30Ωとしたのは MC型カートリッジ内部インピーダンスに近づけたものです．むろんこの抵抗分圧器はアンプを実際に使用するばあいは取外してしまうこと言うまでもありません．

4. PP入力用の補助電源装置

前号でも申しあげたとおり，試作機の増幅段はすべて対称型のプッシュプル構成になっているので，各増幅段を独立に切り離して調整・測定するばあいはどうしても平衡のよくとれたプッシュプル電源が必要だということでした．このばあい調整の完了した初段増幅部の出力電圧（カソード・ホロワ出力）を利用すればよいわけです．しかしもしこの方法によらないばあいは，別に独立したプッシュプル電源を使用しなければなりません．たとえば**第7図**・（a）に示すような試験電源を別に作れば申し分ありません．ただこれらの電源装置は何しろ相手がテスト用なので，雑音やひずみ率や平衡度の点でシビアな特性を要求されるので，そう気安く片付くものではありません．

今回は手持の入力トランス……タンゴのNN-7（1：2+2）を1次2次を逆に使用した電源装置を用意しました．**第7図**・（b）がそれで，このトランスの変成比は 1：2+2…… つまり 1：4ですから，2次側に600Ωを負荷すれば1次インピーダンスは $z_p=600\times4^2=9,600(\Omega)$，つまり1次インピーダンスが約10 kΩのステップ・ダウン変成器として使用することができます．トランス自体の平衡度は良好で，10 kHz ぐらいまではほとんど不平衡はありませんが，さすがに50 kHz ぐらいになると%以下の不平衡が出るかも知れないので，一応平衡性を点検して補正しておかねばなりません．

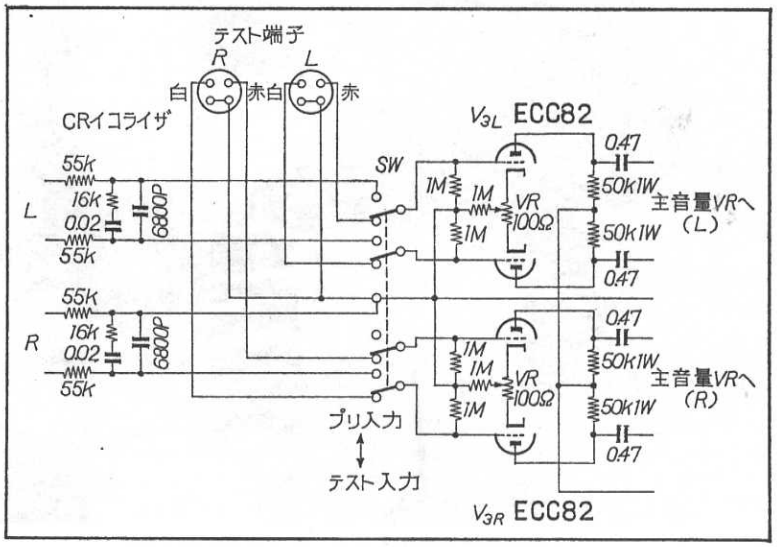
〈第7図〉テスト用のプッシュプル電源装置の例

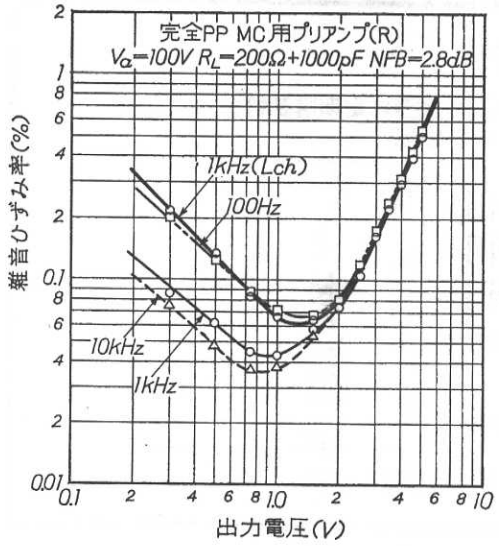


このようにアンプの試作・調整・測定に当っては，その都度測定用の補助機材を用意して精密な測定によって，正しい認識を積み上げて行くことが大切です．オーディオ・マンの中にはスピーカやアンプには大金を平気で投げ出すくせに，測定器や測定技術にはテンデ無関心の人が少くありません．雑誌などの試作記事でも，十分な測定器や測定技術の用意のないものはデータもあやふやで，その所見も抽象的な独断に満ちています．今日の高性能アンプは，もはや精密な測定ぬきではどうにもならない時代になっていることを銘記すべきでしょう．

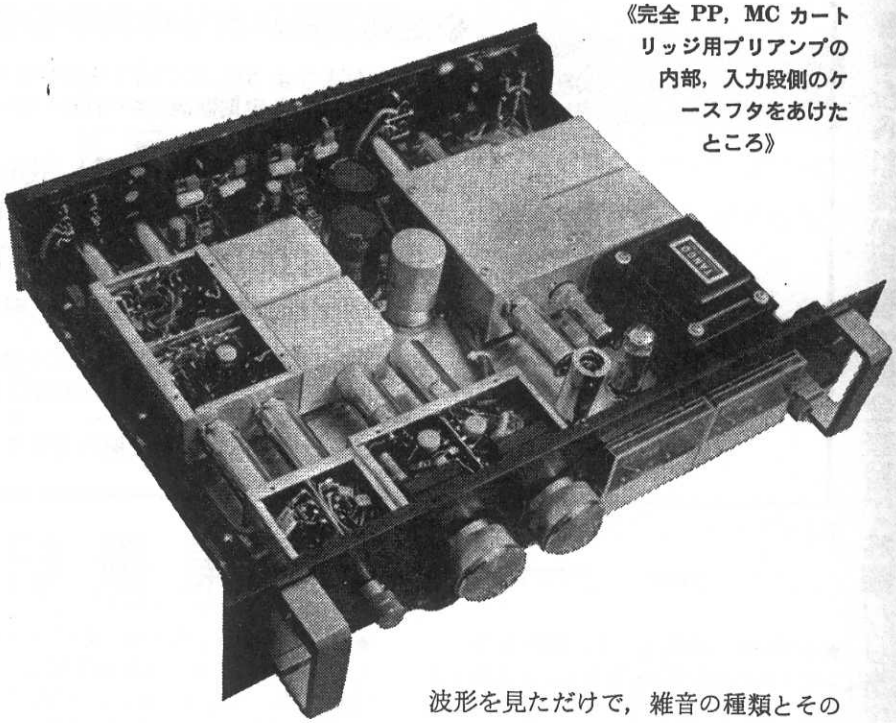
なお蛇足ながら入・出力トランスを使用するばあい，1次側に高い抵抗や

〈第8図〉テスト端子の切換回路





〈第9図〉 ストレート・アンプの雑音ひずみ率特性



《完全 PP，MC カートリッジ用プリアンプの内部，入力段側のケースフタをあけたところ》

性質を推定する方法について少し説明しておきましょう．ご承知のとおり，アンプの雑音にはおよそ次のような成分が多く含まれています．

ⅰ）真空管のフリッカ・ノイズ（ゆらぎとも言う），あるいは電源からのリプル雑音や電源ラインからの誘導雑音などのように，エネルギが低い周波数領域に集中しているもの．

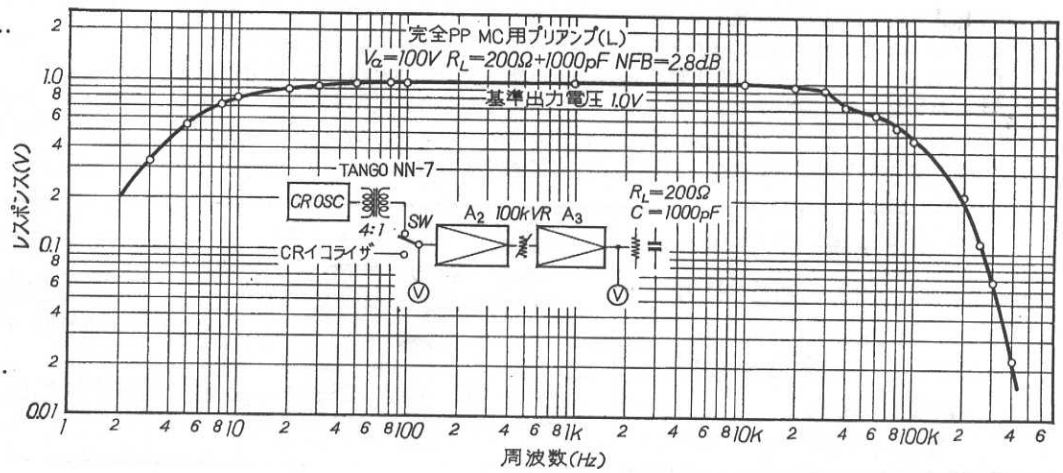
ⅱ）真空管や抵抗から発生する，いわゆる散弾雑音や熱雑音などは比較的高い（中域周波数）領域に広く分布している．

ⅲ）放送電波や局部発振のように，特定の周波数帯域に集中しているばあい．半導体整流器によるパルス性雑音などもこの部類に属する

ところで一般に雑音ひずみ率計にはハイパス（HP）およびローパス（LP）フィルタが付属していますが（たとえばNF製DM-155では400 HzのHP，LPフィルタが付いている），もしHPフィルタを挿入したときドカっと雑音値が低下するような場合は，雑音に低い周波数成分を多く含んでいることを示し，上述のⅰ）に属するものと判断します．しかしHPフィルタでは余り影響がなく，かえってLPフィルタ挿入の影響が大きいばあいは雑音の主力が高い周波数帯域に属するのでⅱ）やⅲ）による雑音だと考えることができます．

このテストの際はひずみ率計のX端子に高感度のオシロスコープを接続して，雑音波形を観察しながらフィルタの切換をするとさらに的確な判断が得られます．熟練したアンプ屋なら雑音波形を見ただけで，雑音の種類とその発生個所をほぼ的確に推定できるのですが，多種類の複合雑音ではこのフィルタと波形観測を並用しないと，なかなか判断がつかない場合もあります．ともあれこのLチャネル側の異常な雑音増加の原因を追及しなければなりませんが，場合によっては中間段増幅部を解体して配線や部品の点検をやり直さなければなりますまい．

ともかく以上のしだいなので，ストレート・アンプ部のひずみ率特性（この方はとくにR側のデーを示す）と周波数特性を**第9図，第10図**に示すにとどめます．

（以下次号）

〈第10図〉
ストレート・アンプの周波数特性